Die Geschichte der Gußverfahren

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung

der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Georg von Woikowsky-Biedau

Breslau 1931

Druck Anton Schreiber, Breslau

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Breslau
I. Referent: Professor Dr. Bruch
II. » Professor Dr. Euler

.....

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Geschichte der Gußverfahren.

Der Weg zu unseren heut gebräuchlichen Gußverfahren führte in jahrelanger Arbeit über zahlreiche Hindernisse und Schwierigkeiten, die zu überwinden waren.

Dadurch erklären sich auch die vielen verschiedenen Apparate und Methoden, die im Laufe der Jahre angegeben und zum großen Teil wieder fallen gelassen worden sind.

Hauptsächlich galt es, genaueste Formen herzustellen, da die Gußstücke im Gegensatz zu denen der Industrie und der Kunst, in deren Herstellung man Jahrhunderte alte Erfahrungen besitzt, sehr klein sind und nur ganz wenig nachgearbeitet werden dürfen.

Eine weitere Schwierigkeit war die Zusammensetzung einer geeigneten Formmasse, da der sonst allgemein übliche Formsand wegen der ungenügenden Schärfe des Gusses und der Empfindlichkeit des Wachses gegen Druck für das zahnärztliche Gußverfahren nicht in Betracht kommt.

Es mußte eine Form gefunden werden, die sowohl einen absolut scharfen Abdruck des Modelles liefert, als auch die zum Schmelzen des Goldes erforderliche starke Hitze aushält.

Denn das Gold war schon seit langem als das für zahnärztliche Zwecke geeignetste Metall erkannt worden.

Zwar wurden anfänglich dem nicht genügend feuerfesten Formmaterial zuliebe Metalle oder Legierungen mit niedrigerem Schmelzpunkt verwendet, dieser Kompromiß ging aber immer auf Kosten der Güte der gegossenen Stücke.

Am brauchbarsten von diesen Ersatzmetallen war das Zinn, das im Munde ziemlich widerstandsfähig und außerdem unschädlich ist.

So konstruierte z. B. Herbst Brücken aus Zinn, stellte aber selbst fest, daß diese zu weich, brüchig und nicht kaufest seien.

Einen Markstein in der Geschichte der gegossenen Goldeinlagen bedeuten die Arbeiten von Aguillion de Serran um das Jahr 1872.

Die Anregung, Goldfüllungen zu gießen gab vielleicht der Versuch, herausgefallene Goldstopffüllungen mit einer Klebemasse wieder zu befestigen.

Er nahm Wachsabdruck und umgab diesen mit einer Masse, die aus Gips und Talkum zusammengesetzt war. Nach Entfernung des Wachsmodelles schmolz er in der so erhaltenen Form 22karätiges Gold. Da eine Wand dieser Form offen war, so war der Randschluß des Gußstückes infolge Kontraktion meist ungenau. A. de Serran suchte diesem Mangel dadurch abzuhelfen, daß er das Gold im Augenblicke des Erstarrens mit Holzstäbchen an die Ränder der Gußform andrückte.

Diese Füllungen konnten dann unter Verwendung von leichter fließenden Loten auch etwas konturiert werden.

Ein weiterer Schritt ist die Methode Jacksons aus Ann Arbor. Seit 1881 polierte er Goldfolie in die Kavität, bettete dieses noch poröse Modell ein und schwemmte es mit Lot aus. Die so erhaltene Einlage zementierte er ein.

Nach demselben Verfahren arbeiteten unabhängig von ihm I. A. Swasey im Jahre 1891, Brown 1893 und Alexander 1896.

Alle diese Verfahren hatten den Nachteil, daß ihnen jeglicher Konturaufbau fehlte.

Nach Angabe des Dental Cosmos der Jahre 1894 und 1896 versuchten Alexander und S. W. Forster diesem Uebelstande durch eigenartige Verfahren, die sich aber in der Praxis nicht bewährten, abzuhelfen.

Alexander befestigte die eingebettete Hohlform, die er durch das oben beschriebene Goldfolienverfahren gewonnen hatte, mit Einbettmasse auf dem einen Blatte einer Flachzange, tränkte sie mit Wachs und modellierte aus diesem die gewünschte Kontur. Dann isolierte er mit Oel, übergoß das ganze mit Einbettmasse und schloß die Zange, bis das andere Blatt der Zange haftete. Nach Erhärten der Masse öffnete er die Zange wieder, entfernte das Wachs und hatte nun eine aufklappbare Form.

Er öffnete nun die Zange, schmolz in dem Teil, der die Hohlform enthielt das Gold und preßte es durch Schließen der Zange während des Erstarrens in die gewünschte Form.

Diese Methode hatte aber verschiedene Mängel und konnte daher auf die Dauer nicht befriedigen.

Er verbesserte also seine Arbeitsweise, indem er auf die Oberfläche des Wachses bis auf eine kleine Rille dünne Goldfolie anpolierte. Diese Folie bildete den Deckel des Modelles; durch das Loch wurde nach dem Einbetten das Wachs ausgewaschen und das Lot eingebracht. Alexander gab diesen Erzeugnissen den noch heut gebräuchlichen Namen „gegossene Einlagen" (cast gold inlays).

1902 gelang es Alexander durch Abdrucknehmen mit Schwamm- oder Kristallgold und Ausschwemmen dieser Stücke mit Lot, recht beachtenswerte Erfolge zu erzielen.

Er benutzte zu dieser Methode ein mit Wachs versetztes sog. „plastisches Alexandergold". Um ein späteres Aufbrodeln der Masse bei der Erhitzung zu vermeiden, war der Wachszusatz natürlich minimal. Dieses „plastische Gold" wird mit den Fingern unter leichter Erwärmung über der Flamme bis zur nötigen Konsistenz geknetet und — genau, wie das heut gebräuchliche Blauwachs — in die präparierte Kavität hineingebracht, modelliert und mit einer spitzen Sonde oder ähnlichem Instrument entfernt. Das so gewonnene Gußmodell wird in eine möglichst kleine, mit einer Drahtschlinge zusammengehaltene Menge Einbettungsmasse so eingebettet, daß die Ränder noch mit überdeckt sind. Nach Erhärtung wird die Form auf dem Drahtnetz von oben und unten erhitzt. Nachdem das Wachs verdampft ist, schichtet man auf die zum größten Teil freiliegende Konturfläche des Gußmodelles in ganz kleine Stücke geschnittenes, mit Borax vermischtes, möglichst hochkarätiges Goldlot zu einem hohen Häufchen auf. Die Lotmenge muß reichlich bemessen sein, da das plastische Gold viel Lot aufnimmt. Nun wird langsam von unten bis zur Schmelztemperatur erhitzt und dann mit der Gebläseflamme von oben geschmolzen.

Die Methode ist gut, nachteilig ist die große Härte des Gusses und bei großen Gußstücken die starke Kontraktion des Metalles. Auch poröse Stellen kommen vor.

Jedenfalls war diese Methode ein wichtiger Fortschritt.

Sehr ähnlich war das Verfahren von Foster. Er nennt es „Laboratoriumsfüllung".

Später verfertigte man auch konturierte Goldfüllungen mit offener Matrize, indem man diese — stufenweise lötend — mit immer leichter fließendem Golde füllte.

Die erwähnten Nachteile: zu große Härte, Kontraktion, Porosität und zu geringe Konturierungsmöglichkeit — zu beheben, war das Ziel der weiteren Bestrebungen.

Einen wichtigen Fortschritt brachte das Jahr 1904, indem Ollendorf sein Gußverfahren bekannt gab, das die Grundlage für alle weiteren Vervollkommnungen ist.

Der zu gießende Gegenstand wird in Wachs modelliert, Gußkanal und Luftabzugskanäle werden in Form geeigneter Wachsstäbchen angesetzt, dann wird das ganze in eine feuerfeste Masse eingebettet und nach Erstarren derselben darin durch längeres Glühen verbrannt. Gußform und Kanäle werden dadurch völlig frei, sodaß der Guß erfolgen kann. Das Gold fließt durch seine Schwere in die Form. Das Gelingen des Gusses kontrolliert man am Aufsteigen des Goldes in dem Luftabzugskanal. Es konnte zu dieser Methode nur relativ leicht schmelzendes Metall verwendet werden, da solches mit höherem Schmelzpunkt beim Eingießen sofort erstarrt wäre ohne die Form auszufüllen.

Es war das alte Gußverfahren in der verlorenen Form, das schon den alten Kulturvölkern bekannt war. Schon die Kolossalstatue vor Neros goldenem Hause war so gegossen worden. Auch im Mittelalter war diese Technik weit verbreitet, z. B. goß Benevenuto Cellini so seine Hohlstatuen. Sie wurde nun auch in der Zahnheilkunde von Ollendorf mit gutem Erfolge zur Anfertigung von Brücken und Platten verwendet.

Der Nachteil der Ollendorfschen Methode ist, daß das Gold nur durch sein eigenes Gewicht in die Hohlform eindringen muß, wozu größere Goldmengen notwendig sind. Muß doch das Gold im Gußkanal etwa 5 cm hoch stehen, um einen Druck von ca. 100 gr auf einen qcm auszuüben.

Bert vereinfachte diese Technik, indem er das Gold gleich auf dem Einbettungsblock selbst zum Schmelzen brachte und durch Kippen des Blockes in den Gußkanal fließen ließ.

Solbrig gibt ein Verfahren an, nach dem der Abdruck mit dünner Platinfolie genommen wird, diese wird durch

aufgeschwemmtes Feingold verstärkt, nochmals eingepaßt, mit Wachs gefüllt, wieder herausgenommen und eingebettet. Der sehr starke Gußkanal besteht aus Wachs, der Luftabzugskanal aus einem Strohhalm.

Da hiermit die Aera der noch heut gebräuchlichen Methoden anbricht, so soll hier noch einmal ein kurzer Ueberblick über die bereits geschilderten Gußmethoden gegeben werden, die seit Erfindung der noch zu beschreibenden Solbrigzange nur noch historisches Interesse besitzen.

Es sind zwei völlig getrennte Prinzipien zu bemerken: Bisherige Methoden:

1. Eine einfache Matrize wird mit Gold ausgeschwemmt,
2. desgl. eine gedeckte Matrize,
3. ein aus porösem Golde hergestelltes Modell wird mit Lot ausgeschwemmt.
4. Das Metall wird ohne künstlichen Druck in die Form gegossen.

Von nun an wird ein Ueberdruck, der den natürlichen Druck des Metallgewichtes verstärkt, angewendet.

Eine weitere bahnbrechende Neuerung war 1907 die Erfindung W. Taggarts, unter Benutzung der Ollendorfschen Methode der Wachsverbrennung das Metall unter Druck in die Form zu bringen. Er verzichtete ferner auf das umständliche und riskante Abdrucknehmen mit Folie, sondern er fertigte das Modell direkt aus Wachs.

Das Prinzip seiner Gußmethode ist folgendes: In der von einem Metallmantel umgebenen Einbettungsmasse befinden sich übereinander angeordnet Gußform, Gußkanal und Schmelztrichter. Es wird nun zum Guß nicht die natürliche Schwerkraft des fließenden Metalles verwendet, sondern das ruhende flüssige Metall wird durch Gasdruck in die Form gepreßt. Die Erhitzung der Küvette und das Schmelzen des Metalles erfolgt durch Lachgas, das mit Leuchtgas gemischt ist. Nachdem das Metall geschmolzen ist, wird mit einem Hebel ein Stempel auf die Gußform heruntergedrückt, wodurch gleichzeitig die Gaszufuhr unterbrochen wird und die Gasflamme erlischt. Nun wirkt das Lachgas weiter als Druckgas, indem es durch eine Oeffnung des Stempels in den Hohlraum zwischen Stempel und flüssiges

Metall tritt. Auf den Sockel des Apparates ist gleichzeitig eine Stahlflasche mit Manometer für das Lachgas montiert, von der aus je eine Leitung zur Gußküvette und zum Stempel führt. Zu der ersten Leitung wird noch Leuchtgas zugeführt, um eine möglichst heiße Flamme zu erzielen.

Auch das Gießen unter Druck ist ein altes Verfahren. Es gibt dafür ein englisches Patent aus dem Jahre 1809, ein anderes für den Guß von Typen von 1838. Auch Dr. C C. Caroll goß bereits 1885 oder 86 Aluminiumplatten, wahrscheinlich auch Einlagen, unter Druck.

Im Jahre 1908 trat Solbrig mit der Aufsehen erregenden Erfindung der nach ihm benannten Solbrigzange an die Oeffentlichkeit. Sie war zuverlässig, einfach und billig.

Die Blätter der Zange sind mit je einem Hohlzylinder versehen, von denen der eine den Zylinder mit der Einbettungsmasse aufnimmt, der andere, flachere und größere feuchte Asbestscheiben Beim Schließen der Zange drückt das Blatt mit den Asbestscheiben auf den Rand der Gußmuffel und dichtet diese hermetisch ab. Da das Schloß der Zange ein weites Oeffnen der Blätter ermöglicht, so kann man, ohne das Wasser der Asbestscheiben zum Verdunsten zu bringen das Gold in der in der Zange befestigten Gußform schmelzen. Ist das Gold geschmolzen, so wird die Zange geschlossen und das Wasser in den Asbestscheiben gelangt zur Verdunstung. Der entstehende Dampfdruck preßt das Gold durch die Gußkanäle in die Form.

Die Zahl der Asbestplatten und die dadurch entstehende Dampfmenge muß sich natürlich nach der Größe des Gußstückes richten.

Eine Modifikation der Solbrigzange besteht darin, daß die Asbestscheiben in einem einfachen Handstempel angebracht sind, der dann auf jede beliebige Gußmuffel gepreßt werden kann. Voraussetzung ist natürlich immer, daß der Gußtrichter so tief ist, daß das flüssige Metall nicht mit dem feuchten Asbest in Berührung kommt und dadurch vorzeitig abgekühlt wird.

Das Solbrigverfahren erfuhr durch Nies, Riechelmann, Baumgarten und Solbrig selbst noch verschiedene Verbesserungen; das Prinzip blieb.

Der noch heute gebrauchte Nagelsche Apparat ist weiter nichts, als eine Abänderung der beschriebenen Solbrigzange.

Eine Variation stellt der Bibersche Apparat dar, bei dem anstelle des Asbests eine der Moldine ähnliche Masse verwendet wird, die mit dem Handstempel auf den Gußzylinder aufgepreßt wird. Das ist aber auch nur eine Variation der Solbrigschen Idee, die keinen Fortschritt brachte.

Der Trigon-Apparat verwendet gleichzeitig Wasserdampf und komprimierte Luft. Seine Vorzüge sollen sein: Leichte und sichere Handhabung, Bestehenbleiben des Druckes bis zur Abkühlung des Metalles, genügende Stärke des Druckes und einfache Konstruktion.

Das Verfahren, das Metall mit Dampfdruck in die Form zu pressen, ist nicht frei von Fehlerquellen.

Zu großer Dampfdruck (zu feuchte Asbestplatten) und daher auch Metalldruck können Risse in der Einbettmasse verursachen, in die das Metall eindringt, oder das Metall kann, wie bereits angedeutet, mit dem feuchten Asbest in Berührung kommen. Eine Folge davon ist zu frühes Erstarren und Porosität des Gusses, wenn er überhaupt flüssig genug bleibt, die Form auszufüllen.

Aehnlich dem Taggartschen Apparate aber einfacher ist der von Bardet. Das Metall wird mit einer beliebigen Flamme geschmolzen und dann Druckluft durch den Gußstempel mit einer Luftpumpe geblasen in dem Augenblick, in dem der Deckel luftdicht auf der Küvette aufsitzt.

Bei Kenyons Apparat ist der Stempel vertikal auf den Gußzylinder eingestellt. Er besteht aus 2 in einander verschiebbaren Röhren. Die äußere besitzt einen Ansatz für die Druckluftzuleitung, die innere ist offen und durchbohrt den Deckel, der auf den Gußzylinder auftrifft, wenn der Stempel heruntergedrückt wird. Die Leitung ist so eingerichtet, daß die Druckluft in Tätigkeit tritt, wenn der Stempel heruntergedrückt ist.

Custer verwendete zum Schmelzen den elektrischen Flammenbogen. Zur Gußform wird Retortenkohle als positiver Pol verwendet, während der negative als Kohlenstab dicht über die Gießform gebracht wird. Ueber das ganze ist eine Glasglocke luftdicht aufgesetzt, durch die der Vorgang beobachtet werden kann; ist das Metall geschmolzen, so wird Druckluft in die Glocke eingepreßt. Bei der gewaltigen Hitze des elektrischen Lichtbogens liegt die Gefahr vor, daß das Metall überhitzt wird.

Bei Stössels Apparat ist ebenfalls das wesentliche Druckluft zwischen Deckel und Gußform.

Yamamichis Apparat ist ähnlich dem von Kenyon. Im Stempel 2 in einander verschiebbare Zylinder, in denen die Luft komprimiert wird um im geeigneten Moment auf das flüssige Metall zu wirken.

Kitz erzeugt die Druckluft durch eine Fahrradluftpumpe, deren Spannung durch einen Manometer gemessen werden kann, sonst sind zwischen seinem und den oben geschilderten Apparaten keine wesentlichen Unterschiede.

Wieder ein anderer verwendet Kohlensäurekapseln, wie man sie zur Erzeugung von Selterwasser im kleinen verwendet.

Bei Enomotos Gußmaschine kann beliebig Dampfdruck oder komprimierte Luft verwendet werden. Entweder verwendet man feuchte Asbestscheiben in dem Deckel, oder Preßluft aus einem Druckbehälter.

Eine gänzlich neue Idee hatte Jameson, indem er die Zentrifugalkraft zur Anwendung brachte. Die Rotation wird bei allen Apparaten, die nach diesem Prinzip konstruiert sind, direkt mit der Hand oder durch einen dazwischen geschalteten Mechanismus erzeugt. Bei allen wird das ruhende, flüssige Metall durch die Zentrifugalkraft in die Gußform getrieben.

Jamesons Apparat besteht aus einem runden trommelförmigen Blechgehäuse, das durch ein Uhrwerk betrieben wird und gute Resultate liefert, aber zu kostspielig ist.

Apparate nach demselben Prinzip haben Spiess, E. Müller und Zacharias konstruiert, die alle durch Gewichte oder Zahnräder angetrieben werden und nichts bemerkenswertes bieten.

Im „Vulkan“ erfolgt Glühen der Form und Schmelzen des Metalles in einer elektrisch geheizten Muffel, die durch ein Getriebe geschwungen wird. Sobald dieses in Tätigkeit tritt, klappt sich die elektrische Muffel zur Seite hoch.

Wesentlich einfacher ist das bekannte Schleuderrad von Sachs und Wauer. Es besteht aus einem Rade eines gewöhnlichen Fahrrades, das mit seiner Achse an einer Tischplatte befestigt ist. An der Peripherie des senkrecht stehenden Rades hängt in einem Gefäß die Gußmuffel, in der das Metall geschmolzen wird. Mit der Hand wird das

Rad und damit die Gußform in Umdrehung gesetzt und durch die starke Zentrifugalkraft das Metall in die Form getrieben.

Dieser Apparat eignet sich besonders für schwerere Gußformen, also hauptsächlich Plattenguß. Für kleinere Stücke, wie Kronen oder Einlagen ist die billigste und einfachste Vorrichtung die heute allgemein gebrauchte Handschleuder, die von Bardet aus Genf erfunden wurde und deren Beschreibung sich wohl erübrigt.

Aehnliche Handschleudern geben Kühn und Tichauer an.

An Stelle von Druckluft oder Zentrifugalkraft kann auch der Druck der Athmosphäre, oder anders ausgedrückt, der Saugdruck benutzt werden.

Die in der Gußform befindliche Luft wird verdünnt und infolgedessen der in ihr befindliche Druck herabgesetzt. Auf diesem Prinzip basieren die Vakuumapparate. Im Augenblick, wo das Metall flüssig ist, wird es durch die poröse Einbettmasse oder durch einen Luftkanal in die Form hineingesaugt.

Die erste und einfachste dieser Methoden, die mit Vakuum arbeiten, war das Aspirationsverfahren von Frink und Sadrin.

Besonders das von letzterem angegebene ist originell und soll deshalb hier kurz geschildert werden.

Sadrin bettet sein Modell in den Kopf einer gewöhnlichen Tonpfeife ein, nachdem er in den Pfeifengrund einen Bausch Asbestwatte gebracht hatte. Auf der Oberfläche des Pfeifenkopfes schnitt er sich in die Einbettmasse einen Gußtrichter und stieß dann mit dem Gußstift die Einbettmasse bis auf die Asbestwatte durch, um einen Luftabzugskanal zu schaffen. Dann zog er den Stift völlig heraus. Nach Erhitzen der Einbettmasse goß er das geschmolzene Gold in den Gußtrichter. Ein einziger Atemzug genügte, um das Gold in die Gußform zu saugen.

Ein schädliches Weitergleiten der flüssigen Masse verhinderte die Asbestwatte.

Auch der von Elgin eingeführte Vakuumapparat beruht auf demselben Prinzip.

Da der Elginsche Apparat die Grundlage für alle später erfundenen Apparate bildet, die mit Vakuum arbeiten, so erscheint es zweckmäßig, auf seine Arbeitsweise etwas näher einzugehen.

Aus einem Kessel wird die Luft herausgepumpt. Der Grad der Verdünnung kann von einem Vakuumeter abgelesen werden. Die Gußform wird nun luftdicht auf einen Teller gesetzt, der durch einen Kanal mit dem Kessel in Verbindung steht. Nach dem Schmelzen des Metalles wird der Verbindungshahn zwischen Gußform und Kessel geöffnet und das flüssige Metall angesaugt.

Ein wahres Kuriosum an Kompliziertheit ist die Vakuummaschine von Real.

Eine weitere Vakuummaschine konstruierte die Wetherby Dental Comp., die mit Luftkessel, Pumpe und Manometer versehen ist.

Eine Kombination der Preß- und Saugmethode stellt der Preß- und Saugapparat von Borgs dar.

Wird der Deckel auf die Gußform gepreßt und dadurch ein Druck auf die Unterlage erzeugt, so wird gleichzeitig ein Ventil geöffnet, das die Verbindung zwischen Gußform und lufleerem Kessel herstellt.

Die Vakuumapparate haben mancherlei Vorteile vor den anderen:

1. Regulierbarkeit des Vakuums durch Ablesen am Vakuumeter, daher kann bei geeigneter Konstruktion und der nötigen Vorsicht die Gefahr des Poröswerdens vermieden werden.

2. Kein Substanzverlust durch Verschleudern.

3. Arbeiten unter stets gleichen Bedingungen möglich.

Der Nachteil dieser Apparate sind die sehr hohen Anschaffungskosten.

Eine der letzten Erfindungen ist der Porzellangußapparat von Kaiser, der ebenso für Goldguß verwendbar ist.

Da er aber hauptsächlich für der Verarbeitung von Porzellan gedacht ist, so soll seine Beschreibung im zweiten Teile der Arbeit gegeben werden, der dem Porzellanguß gewidmet ist.

Bei den neuesten Apparaten endlich, dem Simplex und Duplex von Oehrlein wird das Vakuum durch eine Wasserstrahlpumpe erzeugt, die an die Wasserleitung angeschlossen wird.

Kritik der Apparate:

Die Eigenschaften, die ein Gußapparat besitzen muß, sind nach C. I. Clark folgende:

1. die angewendete Kraft soll keine Abkühlung des Metalles herbeiführen,

2. Bestehenbleiben des Druckes bis zum Erstarren des Metalles,

3. genügende Stärke und nach Smreker Regulierbarkeit des Druckes,

4. Beschränkung des Druckes auf eine einzige Fläche,

5. Möglichkeit des freien Luftabzuges,

6. Möglichkeit der Wärmezufuhr auch im Augenblick des Gusses und nach demselben,

7. einfache Konstruktion und niedriger Preis,

8. leichte und sichere Handhabung.

---

1. Ollendorfs Methode: Das Metall wird in einem Tiegel geschmolzen und fließt von da durch einen Gußkanal in die Hohlform. Auf diesem Wege ist es der Abkühlung ausgesetzt und muß daher vor dem Gusse überhitzt werden. Den erforderlichen Druck übt es selbst durch sein Gewicht aus, dieser genügt aber nicht zum Ausgießen der Feinheiten, muß daher verstärkt werden durch größere Höhe der auf dem Gußstück lastenden Metallmasse. Das ist höchstens durch viel Metall und weite Kanäle erreichbar. Der Gußdruck ist praktisch nicht regulierbar. Die Wärmezufuhr während des Gusses ist günstig, da die Küvette in einer Vorwärmevorrichtung steht. Luftabzug ist durch die Abzugskanäle möglich. Der Druck des fließenden Metalles ist auf eine einzige Fläche beschränkt, nämlich den Gußkanaleingang. Die Handhabung ist leicht, der Preis mäßig.

2. Apparate mit komprimierter Luft: Sie sind zu teuer. Die Handhabung bereitet keine Schwierigkeiten. Das Metall erstarrt unter hohem Druck und wird dadurch spröde. Außerdem erstarrt es zu früh, da die Wärmezufuhr im Augenblick des Gusses eingestellt wird.

Dieselben Nachteile haben Apparate, bei denen die komprimierte Luft unter einem Stempeldruck das flüssige

Metall in die Hohlform preßt. Bei allen diesen Apparaten muß im Augenblick des Gusses die Flamme weggezogen werden.

3. Die Solbrigzange: Auch hier erfolgt im Augenblick des Gusses Abkühlung wie auch bei allen anderen Apparaten mit Stempeldruck und feuchter Asbestplatte. Der Grad der Feuchtigkeit bestimmt den Dampfdruck. Bei zu großer Feuchtigkeit wird das Metall eventuell so stark abgekühlt, daß es garnicht in die Form gelangt.

4. Zentrifugalkraft: Auch diese Apparate haben verschiedene Nachteile. Sie erfordern eine gewisse Geschicklichkeit, es kann zu Materialverlusten kommen, durch das Schwingen erfolgt Abkühlung, die Flamme muß im Augenblick des Gusses entfernt werden. Der Druck ist abhängig vom Radius, der Umdrehungsgeschwindigkeit und der Metallmenge. Er kann praktisch nicht reguliert werden.

5. Die Vakuumapparate: Sie erfüllen alle Clark'schen Bedingungen. Eine Abkühlung während des Gusses erfolgt nicht, der Gasdruck ist regulierbar, Luftabzug gegeben, worauf ja das Wesen dieser Apparate beruht. Während des Gusses kann beliebig Wärme zugeführt werden. Die Handhabung ist äußerst einfach. Ihr einziger wesentlicher Nachteil ist, daß die Konstruktion nicht so einfach ist, wie z. B. bei den Schleuderapparaten, daher auch der Preis ziemlich hoch. Auch die luftdichte Befestigung der Gußmuffeln auf dem Apparate macht Schwierigkeiten.

Porzellanguß.

In den letzten Jahren sind wiederholt Versuche gemacht worden, die zeitraubende, schwierige und kostspielige Technik der zahnärztlichen Keramik zu vereinfachen und zu verbilligen. Diese Versuche sind geknüpft an die Namen Kaiser, Brill und das Laboratorium der Kunstzahn-Gesellschaft Wiesbaden.

Der Porzellangußapparat von Kaiser besteht in seinem Unterbau aus einem mit einer Luftpumpe versehenen Kessel, dessen Abmessung der für den Guß benötigten starken Luftabsaugung entspricht. Auf diesem Kessel sind vorn Vakuumeter und Ampèremeter angeordnet. Hinter diesen Hilfsapparaten erhebt sich der Schmelzofen, der seine Heizung durch den elektrischen Flammenbogen erhält. Beim Gießen wird die Gußmuffel direkt der Einwirkung des Flammenbogens unterworfen, eine Methode, die bereits Custer bei

seiner Gußmaschine in Anwendung brachte. In dem Schmelzofen befindet sich das mit der Saugleitung verbundene dreh- und abnehmbare Formtragerohr, das an seinem oberen Ende eine für die Aufnahme der Gußform bestimmte Chamottemuffel trägt. In diese Muffel wird die Gußform eingebettet, nachdem sie auf direktem oder indirektem Wege hergestellt worden ist. Dann wird der Gußstift entfernt, der Gußtrichter geformt, das Wachs ausgebrannt, das Gold oder die Porzellanmasse in den Trichter gebracht und nun das Formtragerohr in den Ofen gesetzt.

Das Material wird durch 4 Bogenlampen geschmolzen, wobei sich die Küvette dreht, um von allen Seiten gleichmäßig erhitzt zu werden. Nach einigen Minuten ist bei einer Stromstärke von 7 Ampère das Material gußfertig. Man öffnet nun die Saugleitung und setzt das geschmolzene Metall oder Porzellan noch einige Sekunden der Wirkung des Vakuums aus. Dann wird der Strom ausgeschaltet und die Form kann nun auskühlen.

Der Fluß des Porzellans tritt natürlich wesentlich später ein, als beim Goldguß. Die Masse muß der Flamme ausweichen, sirupartige Konsistenz haben und hell leuchtend sein.

Die hauptsächlichsten Fehler des Porzellangusses können sein: rauhe Oberfläche und Porosität. Das neueste Modell des Kaiserschen Apparates soll aber diese Nachteile mit Sicherheit vermeiden. Einer weiteren Einführung steht der hohe Preis im Wege.

Eine wesentliche Vereinfachung des Porzellangusses, bei dem man bis dahin immer an einen elektrischen Ofen gebunden war, bildet die Methode Eldentog der „Kunstzahn G. m. b H. Wiesbaden“. Mit einem Spezialporzellan wird der Guß nach den gewöhnlichen Goldgußmethoden ausgeführt. Ganz geringe Abweichungen von dem üblichen Verfahren sind erforderlich.

Man kann also die Porzellangußfüllung nach Eldentog mit den für den Goldguß gebräuchlichen Centrifugalapparaten herstellen. Diese sind bekanntlich sehr leicht und einfach zu handhaben und liefern beim Metallguß einwandfreie Ergebnisse. Durchaus nicht immer befriedigend dagegen sind die auf diese Weise hergestellten Porzellanfüllungen. Ein von der Firma daraufhin herausgebrachter ziemlich teurer Druckapparat ergibt bessere Resultate.

Bei dem Gußporzellan, das in etwa 15 verschiedenen Farben in den Handel kommt, ist ein Mischen oder die

Verwendung mehrerer Farben in einer Füllung ausgeschlossen. Diesem Mangel wird neuerdings durch mischbarer sog. Aufglasurfarben abgeholfen, die nachträglich auf die ursprüngliche Glasur aufgebrannt werden kann.

Ein weiterer Nachteil der Eldentogfüllungen gegenüber denen aus gebranntem Porzellan ist die Notwendigkeit, die Stellen, an denen die Gußstifte abgebrochen wurden, nachträglich zu polieren. Ein zeitraubendes und undankbares Verfahren. Es wird empfohlen, diesen Stellen durch nachträgliches Aufbrennen einer Glasur den erforderlichen Hochglanz zu verleihen. Die Zeitersparnis des schnellen Gusses wird durch die langwierigen Nacharbeiten, das sehr vorsichtige Abtrennen des Gußstiftes, und die Politur so ziemlich wieder aufgehoben.

Der Vergleich mit der gebrannten Porzellanfüllung fällt also zu Ungunsten der Porzellangußfüllung aus. Sie ist weder leichter noch schneller fertig zu stellen. Durch das gelegentliche Aufbrennen der Glasurfarben geht auch der Vorteil der Verbilligung des Instrumentariums verloren, da dafür ein besonderer elektrischer Ofen erforderlich ist.

Ein Vergleich zwischen der Gold- und Porellangußmethode ergibt folgendes: Herstellungsgang und Instrumentarium sind im wesentlichen dieselben. Die Unterschiede ergeben sich aus der Beschaffenheit des Materials.

Während beim Golde auch nach dem Einsetzen der Einlage kleine Ungenauigkeiten durch Anpolieren beseitigt werden können, ist beim Porzellan schon bei der Kavitätenpräparation und dem Abdruck auf die außerordentliche Sprödigkeit des Materials Rücksicht zu nehmen. Scharfe Ränder und dünne Kanten, die zur Absplitterung neigen, sind zu vermeiden. Statt der Kastenform der Höhle muß die Kegelform gewählt werden, was für den Halt der Füllung nachteilig ist.

Abweichend vom Goldguß ist die Form der Gußmulde, die die Gestalt eines rechteckigen Kastens haben soll. Sie muß möglichst flach sein, damit die Flamme auch tatsächlich das Material durchschmelzen kann, und nicht nur der obere Teil geschmolzen wird, was bei der Schwerflüssigkeit des Porzellans natürlich zu Mißerfolgen führen muß.

Ein sehr schwieriges Kapitel sind die Gußstifte. Die Firma schreibt für kleinere Stücke eine durch Wachs verstärkte Nadel vor, für mittlere und große einen oder mehrere

Bohrer. Die von der Firma gelieferten Gußstifte sind z. T. noch erheblich stärker. Ferner müssen zur Vermeidung von Blasenbildung bei größeren Gußstücken noch ein bis zwei Luftabzugskanäle angelegt werden, für die die Muffel einen seitlichen Ausschnitt besitzen soll. Die Gußkanäle müssen außerdem noch sehr kurz sein. Durch ihre große Dicke und Kürze wird die Kontraktion des Gußkanales begünstigt, da die nach dem Guß am Gußkönig beginnende Abkühlung sich über den Gußkanal auf das Inlay fortpflanzt. Die Kontraktion wird umso stärker auf das Inlay einwirken, je dicker und kürzer der Gußkanal ist.

Beim Erhitzen der Porzellanmasse muß man sehr vorsichtig sein, damit nicht bei plötzlicher Wärmezufuhr die Porzellanstückchen platzen und wegspringen. Der Guß selbst ist schwierig infolge der großen Zähigkeit des Porzellans, zumal eine genaue Kontrolle der gußbereiten Masse fast unmöglich ist.

Die Güsse, die mit den bekannten Schleuderapparaten (Handschleuder, Siriusschleuder, Wauerrad) gefertigt werden, zeigen im Gegensatz zum Goldguß mehr mißlungene als gelungene Ergebnisse. Da von verschiedenen Seiten über ungünstige Ergebnisse mit den üblichen Schleuderapparaten geklagt wurde, hat die Firma einen besonderen Druckapparat konstruiert, der bessere und sichere Resultate liefert.

Ein Vergleich zwischen der Gold- und Porzellangußmethode fällt zu Gunsten der ersteren aus. Der Goldguß ist einfacher und sicherer, die erreichten Resultate zeigen besseren Randschluß und daher größere Haltbarkeit. Die Porzellanfüllungen haben dem gegenüber kosmetische Vorteile, die aber nur an sichtbaren Stellen als ausschlaggebend in Frage kommen.

Immerhin ist zu erwarten, daß in absehbarer Zeit Technik und Material für Porzellangußfüllungen so weit vervollkommnet werden, daß die Verwendung dieses Materials, das nach Beseitigung der angegebenen Schwierigkeiten eine große Zukunft hat, nicht schwieriger und kostspieliger ist, als aus Metall gegossene Einlagen.

.....

An dieser Stelle möchte ich nochmals Herrn Prof. Dr. Bruck für Zuweisung des Themas, den Herren Prof. Dr. Greve und Dr. Greth für ihre Hilfe beim Quellenstudium meinen ergebensten Dank aussprechen.

Quellenangabe

Karl Sudhoff: Geschichte der Zahnheilkunde.

Russo-Charlottenburg: Ueber Porzellanguß.

Greth: Das Porzellangußverfahren „Eldentog" (Untersuchungen über Methode und Material).

Bödecker: The metallic Inlay.

Grawinkel: Die Technik des Goldgusses.

Guttmann: Herstellung der Goldeinlagefüllung.

Ollendorf: Methode zur Herstellung von Zahnstücken.

Oppenheim: Verschiedene Methoden zur Herstellung von Goldinlays.

Riechelmann: Die Solbrigzange und ihre Verwendung.

Greve: Ueber die Entwicklung des Metallgußverfahrens in der Zahnheilkunde.

Riechelmann: Eine neue Gußpresse zum Gießen von Goldeinlagefüllungen in beliebiger Größe.

Smreker: Beitrag zum Füllen der Zähne mit Goldeinlagen.

Oehrlein: Leitfaden der zahnärztlichen Gußtechnik.

Lebenslauf

Ich bin geboren zu Dresden am 24. Januar 1887 als ältester Sohn des damaligen Premierleutnants im Leibgrenadier-Regiment Georg v. Woikowsky-Biedau und seiner Ehefrau Maria geb. v. Schalscha.

Nach Absolvierung des humanistischen Gymnasiums zu Dresden und Bautzen trat ich im Jahre 1907 als Fahnenjunker in das Feldartillerie-Regiment v. Peucker (1. Schles.) Nr. 6 ein, in dem ich dann als Leutnant bis April 1914 verblieb.

Ich trat dann zur Kaiserlichen Schutztruppe für Deutsch S. W. Afrika über, bei der ich auch den Krieg mitmachte. Im Juni 1919 kehrte ich nach Deutschland zurück und wurde Führer der Einwohnerwehr des Kreises Trebnitz. Nach Auflösung dieser Organisation tat ich $2^1/_2$ Jahre Dienst bei der deutschen Verbindungsstelle zur Interalliierten Kommission zu Breslau als Begleitoffizier und Dolmetscher.

Nach meinem Ausscheiden aus der Kommision betätigte ich mich zunächst in verschiedenen Stellungen bei der Industrie, fand aber darin weder Befriedigung noch das erwünschte Weiterkommen. Ich beschloß daher, mir eine völlig neue Lebensgrundlage zu schaffen und begann im Wintersemester 1926 mit dem Studium der Zahnheilkunde.

Im Jahre 1930 erhielt ich nach bestandenem Staatsexamen die Approbation als Zahnarzt und habe mich in Freiburg/Schl. niedergelassen.

Georg v. Woikowsky-Biedau.